

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

HONG SOON NAM, ET AL.

Application No.:

Filed:

For: **Resource Allocation Method for  
Providing Load Balancing and  
Fairness For Dual Ring**

Art Group:

Examiner:

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**REQUEST FOR PRIORITY**

Sir:

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>DATE OF FILING</u>
Korea	2002-73732	26 November 2002

☒ A certified copy of the document is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

Dated: 10/27/07

12400 Wilshire Blvd., 7th Floor  
Los Angeles, California 90025  
Telephone: (310) 207-3800

  
Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2002-0073732  
Application Number

출원년월일 : 2002년 11월 26일  
Date of Application NOV 26, 2002

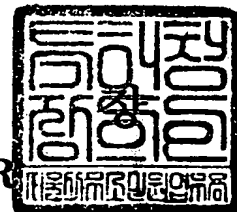
출원인 : 한국전자통신연구원  
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2003 년 05 월 27 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	서지사항 보정서
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.12.10
【제출인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【사건과의 관계】	출원인
【대리인】	
【성명】	손원
【대리인코드】	9-1998-000281-5
【포괄위임등록번호】	2001-038295-9
【대리인】	
【성명】	함상준
【대리인코드】	9-1998-000619-8
【포괄위임등록번호】	2001-038297-3
【사건의 표시】	
【출원번호】	10-2002-0073732
【출원일자】	2002.11.26
【심사청구일자】	2002.11.26
【발명의 명칭】	이중 링에서의 부하 분산과 공정성 제공을 고려한 자원할당방 법
【제출원인】	
【접수번호】	1-1-02-0389954-59
【접수일자】	2002.11.26
【보정할 서류】	특허출원서
【보정할 사항】	
【보정대상항목】	발명자
【보정방법】	정정
【보정내용】	
【발명자】	
【성명의 국문표기】	남홍순
【성명의 영문표기】	NAM,Hong Soon
【주민등록번호】	590513-1815113

【우편번호】	305-330
【주소】	대전광역시 유성구 지족동 열매마을 816-102
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이형섭
【성명의 영문표기】	LEE, Heyung Sub
【주민등록번호】	641023-1408511
【우편번호】	301-132
【주소】	대전광역시 중구 문화동 극동아파트 103-501
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이형호
【성명의 영문표기】	LEE, Hyeong Ho
【주민등록번호】	550403-1481019
【우편번호】	305-755
【주소】	대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 107-804
【국적】	KR
【취지】	특허법시행규칙 제13조·실용신안법시행규칙 제8조 의 규정에 의하여 위와 같 이 제출합니다. 대리인 손원 (인) 대리인 함상준 (인)
【수수료】	
【보정료】	0 원
【기타 수수료】	원
【합계】	0 원

## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2002.11.26
【국제특허분류】	H04L 012/56
【국제특허분류】	H04B 007/212
【발명의 명칭】	이중 링에서의 부하 분산과 공정성 제공을 고려한 자원 할당 방법
【발명의 영문명칭】	RESOURCE ALLOCATION METHOD FOR PROVIDING LOAD BALANCING AND FAIRNESS ON DUAL RINGS
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【성명】	손원
【대리인코드】	9-1998-000281-5
【포괄위임등록번호】	2001-038295-9
【대리인】	
【성명】	항상준
【대리인코드】	9-1998-000619-8
【포괄위임등록번호】	2001-038297-3
【발명자】	
【성명의 국문표기】	남홍순
【성명의 영문표기】	NAM,Hong Soon
【주민등록번호】	590513-1815113
【우편번호】	305-330
【주소】	대전광역시 유성구 지족동 열매마을 816-102
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이형섭
【성명의 영문표기】	LEE,Heyung Sub
【주민등록번호】	641023-1408511

【우편번호】	301-132
【주소】	대전광역시 중구 문화동 극동아파트 103-501
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이형호
【성명의 영문표기】	LEE, Hyeong Ho
【주민등록번호】	550403-1481019
【우편번호】	305-755
【주소】	대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 107-804
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 손원 (인) 대리인 함상준 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	18 면 18,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	11 항 461,000 원
【합계】	508,000 원
【감면사유】	정부출연연구기관
【감면후 수수료】	254,000 원
【기술이전】	
【기술양도】	희망
【실시권 허여】	희망
【기술지도】	희망
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통 2. 정부출연연구기관등의 설립 운영및육성에관한법을 제2조에의한 정부 출연연구기관에 해당함을 증명하는 서류_1통

## 【요약서】

## 【요약】

본 발명은 이중 링의 특성을 이용하여 송신노드가 비교적 간단하게 수신노드까지의 경비를 부하, 수명, 우선순위로 고려하여 경로를 선택하는 이중 링에서의 부하 분산과 토폴로지를 고려한 공평성을 제공하는 자원 할당 방법에 관한 것이다.

본 발명에 의한 자원 할당 방법은 다른 노드로부터 대역 할당 요청 메시지가 수신되는 지를 체크하여, 대역 할당 요청 메시지가 수신되면, 2개 링 각각에 대해 가용 대역 폭으로부터 수용가능여부를 확인하여 송신노드와 수신노드가 가중 경비를 산출하고, 2개 링중 하나 이상에서 수용 가능하다면, 2개 링중 산출된 경비가 작은 쪽에 경로를 배정하고, 자신이 가진 모든 자원 할당 정보를 알리는 메시지를 다른 노드들로 제공하며, 상기 가중 경비 산출 단계에서 2개 링 모두에서 수용가능하지 않다면, 경로 배정 없이 종료하도록 구성된다.

상기에 의하여, 본 발명은 이중링 구조의 네트워크에서 자원 이용률을 증대시키며, 노드간 공평성을 제공할 수 있다.

## 【대표도】

도 6

## 【색인어】

이중링(dual ring), 자원 할당, 경로 배정, 부하 분산, 공평성

**【명세서】****【발명의 명칭】**

이중 링에서의 부하 분산과 공정성 제공을 고려한 자원 할당 방법{RESOURCE ALLOCATION METHOD FOR PROVIDING LOAD BALANCING AND FAIRNESS ON DUAL RINGS}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 일반적인 이중 링 구조를 도시한 구성도이다.

도 2는 이중링 노드의 구성도이다.

도 3은 이중 링에서 링의 노드 대역폭과 링크의 대역폭 관계를 설명하는 예시도이다.

도 4는 본 발명의 이중링 구조에서 자원 할당 방법에 있어서 대역폭 예약 및 해지 시 이용되는 대역폭 할당 통지 메시지의 데이터 구조도이다.

도 5는 본 발명의 이중링 구조에서 자원 할당 방법에 있어서 송신 노드의 대역폭 할당 데이터를 전달하기 위한 메시지의 데이터 구조도이다.

도 6은 본 발명의 제1실시예에 의해 이중링 구조에서 경로를 배정하는 절차를 보인 플로우차트이다.

도 7은 상기 도 6의 자원 할당 과정에서 대역폭 할당 데이터를 브로드캐스팅하는 과정을 상세하게 보인 플로우차트이다.

도 8은 상기 도 6의 자원 할당 과정에서 대역폭 예약 데이터를 갱신하는 과정을 상세하게 나타낸 플로우차트이다.



도 9는 본 발명의 제2실시예에 의해 이중링 구조에서 자기 속도를 갱신하는 과정을 보인 플로우차트이다.

도 10a 및 도 10b는 본 발명에 의한 자원 할당 방법에 있어서, 왕복 지연 시간(RTT)을 측정하는 과정을 설명하는 플로우차트이다.

### 【발명의 상세한 설명】

### 【발명의 목적】

### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <11> 본 발명은 다수의 노드로 구성되는 이중 링(dual ring)에서 부하를 분산시켜 링의 자원 이용률을 증대시키고, 링의 토폴로지를 반영하여 최선형 서비스의 트래픽을 제어하여 자원 이용률을 증대시키며, 노드간의 공평성을 제공할 수 있는 이중링에서의 부하 분산과 공평성을 제공할 수 있는 자원 할당 방법에 관한 것이다.
- <12> 이중 링(dual ring) 방식이란 도 1에 도시한 바와 같이, 서로 반대 방향으로 데이터를 전달하는 2개의 링(11,12)을 다수의 노드(N0 ~ N4)들이 공유하여 통신하는 방식으로, RPR(Resilient Packet Ring), SONET(Synchronous Optical Network), FDDI(Fiber Distributed-Data Interface), 토큰 링(Token-ring)등에서 채용하고 있다.
- <13> 그런데, 기존의 FDDI나 토큰 링은 단일 송신자와 단일 수신자간에 전달되는 유니캐스트(unicast) 데이터라도 한번 링에 전달되면 수신 노드에서는 제거하지 못하고 송신 노드에서만 제거하여야 하기 때문에 링의 효율이 낮으며, SONET은 2개의 링중 하나만 데

이터를 전달하고 멀티캐스트(multicast)나 브로드캐스트(broadcast) 데이터를 수신 노드 별로 전달해야 한다는 등의 문제점이 있다.

<14> DTM (dynamic transfer mode) 와 DPT (dynamic packet transfer) 는 이러한 문제점을 개선하기 위하여, 송신 노드에서 전달한 유니캐스트 데이터를 수신 노드에서 제거하여 다른 노드들이 재사용할 수 있도록 하고 있다. 이를 공간 재사용 (spatial reuse)이라고 하며, 공간 재사용으로 인해 링 자원을 효율적으로 사용할 수 있게 되었다.

<15> 더하여, 부하를 고려하는 자원 할당 방법으로는 중앙에 서버 (혹은 QoS broker)를 두고 서버(혹은 QoS broker)에서 모든 망의 트래픽을 고려하여 배정하는 방법과, 다음 노드까지 하나씩 설정해 가는 방법, K개의 가능 경로를 미리 파악한 후에 이들 경로들에 분산 시키는 방법 등이 제안되어 있다.

<16> 상술한 기존의 자원 할당 방법은 망의 부하를 고려하기 위하여 복잡한 절차와 많은 정보가 요구되는데. 이중 링에서는 목적지까지 두개의 경로 만이 존재하며 모든 노드들이 링의 자원 할당 정보를 관리하기 용이하다는 특징이 있어, 상술한 종래의 자원 할당 방법이 적절하지 않다.

<17> 그리고, 상술한 자원 할당 방법들의 문제점을 해결하고자 다양한 방안이 제안되었는데, 그 중에서 일부를 설명하면 다음과 같다.

<18> 2002년 3월 26일에 등록된 미국 특허 번호 6,363,319의 제한 바이어스 경로 배정 방법(Constant-based route selection using biased cost)에서는 경로 배정시 최단 경로를 선택하는 기존 라우팅 방법의 문제점인 부하 집중 현상을 개선코자 바이어스 경비 파라미터를 도입하는 것을 제안하였다. 여기서, 각 프로우는 프로우

우선 순위와 대역폭을 가지며 경로는 링크 대역폭과 최대 가용 대역폭의 정보를 갖고, 경로 선택시 바이어스값을 프로우 우선 순위, 요구 대역폭, 링크 대역폭 및 최대 가용 링크 대역에 적용하여 트래픽의 효율을 높일 수 있는 것이다.

<19>        상기 방법에서, 경로 선정은 중앙의 네트워크 서버에서 수행하는 중앙 집중형과 각 LER(Label Edge Router)에서 수행하는 분산형이 가능한데, 중앙의 서버에서 경로를 선택하는 경우에는 중앙의 서버가 경로를 계산하는데 시간과 자원이 요구되며, 분산형의 경우에는 주기적으로 모든 노드의 가용 대역폭을 공지하고, 이 정보로부터 바이어스 경비를 계산하고, 가장 작은 바이어스 경비를 갖는 경로를 선택하도록 하기 때문에, 가용 대역폭을 공지하는 주기가 짧을 수록 정보가 정확해지는 반면 오버헤드가 커지고, 반대로 주기가 길면 오버헤드는 감소되지만 가용 대역폭 정보가 부정확해지는 문제점이 있다.

<20>        다른 방법으로, 미국 특허 번호 6,108,338호(명칭 : Method and device for dynamic synchronous transfer mode in a dual ring topology)에서는 이중링에서 DTM(Dynamic Transfer Mode)으로 패킷을 전달하기 위한 장치 및 방법을 제안하고 있는데, 이는 기존의 링과 같이 공유매체를 이용하는 토큰링이나 FDDI에서 패킷을 전달한 소신노드에서 패킷을 삭제하기 때문에 동일 시점에 하나의 노드만이 패킷을 전달할 수 있는 문제점을 개선코자 한 것으로서, 필요한 타임 슬롯을 할당받아 할당받은 타임슬롯으로 데이터를 전달한다. 상기 타임슬롯은 제어 슬롯과 데이터 슬롯으로 구성되며, 상기 방법은 각 노드의 제어기에서 노드의 트래픽이 증가하면 제어 슬롯을 통하여 추가로 필요한 데이터 슬롯을 요구하고 다른 노드로부터 데이터

슬롯을 할당받으면 할당받은 데이터 슬롯으로 데이터를 전달하는 방법으로, 트래픽에 따라 필요한 자원을 동적으로 할당한다.

- <21> 이때, 유니캐스트 데이터는 수신노드에서 패킷을 삭제하므로 그 데이터 슬롯을 재사용할 수 있으며, 또한, 할당된 타임 슬롯에 따라 데이터를 전달하므로써 패킷망의 단점인 레이턴시와 패킷 손실등을 개선하고 회선 교환망의 단점인 낮은 링크 효율을 개선할 수 있다는 장점이 있다.
- <22> 그러나, 이 방법은 트래픽이 증가하게 되면, 필요한 타임 슬롯을 요청하고 할당받아서 사용해야 하며, 할당받은 타임 슬롯에 데이터를 전달하지 않은 경우라도 그 타임슬롯을 다른 노드가 사용할 수 없으므로 자원 낭비가 발생한다.
- <23> 또 다른 방법으로서, 이중 링에서 전달할 최선형 데이터가 있으면 먼저보내고 혼잡이 발생하면 속도를 줄이는 방법으로서, 링 상에서 자원 이용률을 높이고, 노드간 공정성을 제공하기 위해 자원할당 방법과 공간 재사용에 관한 기술(미국 특허 번호 6,314,110, 명칭 : Method and distributed bandwidth allocation for spatial and local reuse)과, 레질런트 패킷 링(RPR)의 공평 알고리즘에 관한 기술(Stein Gjessing, A fairness algorithm for high-speed Networks based on a Resilient Packet Ring Architecture, CAC'02,2002)과, DVSR(Distributed Virtual-time Scheduling in Rings)(V.Gambiroza, et. Al., (Rice Univ. USA), High Performance Fair Bandwidth Allocation for Resilient Packet Rings, Proc. 15<sup>th</sup> ITC specialist seminar on traffic engineering and traffic management)등이 제안되어 있다.
- <24> 여기서, SRP와 RPR의 공평 알고리즘은 기본적으로 유사한 제어 매커니즘을 사용하고 있다. 즉, 링에 소속된 각 노드는 입력 버퍼, 출력 버퍼, 및 전달 버퍼로 구성되며,

각 버퍼는 FIFO 방식으로 동작하여, 우선 순위 서비스를 받는다. 그리고, 상기 우선 순위는 고, 중, 저(high, medium, low)의 3개를 할당할 수 있다. 상기에서, 높은 (high) 우선 순위는 협상된 트래픽만을 수신하며 수신된 트래픽은 높은 우선 순위 서비스를 받는다. 중간 우선 (low) 순위 서비스는 협상된 대역폭은 중간 우선 순위 서비스를 받으며 협상을 초과한 대역폭은 낮은(low) 우선 순위 서비스를 받는다. 낮은(low) 우선 순위의 트래픽은 링의 이용률을 높이도록 공평 알고리즘을 통하여 이용률을 높이고 공평성을 제공한다.

<25>      상기 방법들은 자기 속도(my\_rate), 공지 속도(advertised\_rate), 허용속도(allow\_rate), 전달 속도(forward\_rate)의 4가지 주요 파라미터로서 제어되고, 각 노드는 주기적으로 공평 패킷(fairness packet)을 발생하는데, 혼잡이 없을 때는 null 정보를, 혼잡이 발생하면 자기 속도(my\_rate)를 상위 노드로 전달하며, 이 속도를 공지 속도라고 한다. 하위노드에서 혼잡이 발생하여 상위노드가 공지속도를 받으며, 이 속도를 허용속도로 설정하여 자기속도를 허용속도 이하로 줄이고, 공지속도를 상위 노드로 전달하는 것이다. 만약, 자신의 노드에도 혼잡이 발생되면, 자기속도와 허용속도중 작은 것을 공지 속도로 설정하여 상위 노드로 전달한다. 상위노드들이 속도를 줄여서 혼잡이 없어지면, 혼잡 노드의 속도가 점차 증가되고, 이 속도가 공지 속도가 되므로 다른 노드들도 비슷한 속도로 증가하여 전체 노드가 안정된다. 혼잡이 해제되어 속도를 증가시키는 경우, 링크의 속도를 C, 예약된 속도를 rev\_rate, 허용속도의 증가계수를 Growth\_coeff 라고 하면, 일정 주기마다 계산되는 허용 속도는 다음의 수학적 식 1과 같게 된다.

<26>

$$\begin{aligned} \text{allow\_rate} &= \text{allow\_rate} + \frac{C - \text{rev\_rate} - \text{allow\_rate}}{\text{Growth\_coeff}} \quad \text{if } \text{advertised\_rate} \text{ is null} \\ &= \frac{\text{allow\_rate} + \text{advertised\_rate}}{2} + \frac{C - \text{rev\_rate} - \text{allow\_rate}}{\text{Growth\_coeff}} \quad \text{else} \end{aligned}$$

【수학적 식 1】

- <27> 이 방법은 혼잡 발생시 하위 노드의 속도가 공지 속도가 되어, 상위 노드들은 이 속도에 따라 자기 속도를 서서히 줄이고 단계적으로 증가시킨다.
- <28> 이때, 자기 속도를 너무 느리게 줄이거나 필요 이상으로 너무 많이 줄이는 경우 링의 이용률을 저하시킨다는 문제점이 있다. 혼잡 발생시 자기속도를 너무 느리게 하면 혼잡이 지속될 뿐만 아니라 버퍼 오버플로우를 발생시킬 수 있으며, 반대로, 혼잡 발생시 자기속도를 공지속도로 급격히 줄이면, 이 경우 혼잡상태를 빨리 벗어날 수는 있으나, 링크효율이 저하된다는 문제점이 있다.
- <29> 예를 들면, 링크의 최대용량이  $C$  인 링에 상위 노드의 트래픽이  $C$ , 하위 노드의 트래픽이 아주 작은 값인  $\varepsilon$  인 경우를 가정하면, 하위 노드의 전체 트래픽은  $C + \varepsilon > C$  로 되어 혼잡이 발생된다. 이렇게 혼잡이 발생하면, 하위 노드는 상위 노드로 자신의 속도가  $\varepsilon$  임을 통지하고, 상위 노드는 이 정보에 따라 자신의 속도를  $\varepsilon$  로 줄이고, 점차  $C$  에 가까운 값으로 단계적으로 증가시킨다. 상위 노드의 속도가  $C - \varepsilon$  이상이 되면, 하위노드에서 혼잡이 발생되고, 상위 노드는 다시 자신의 속도를  $\varepsilon$  로 감소시키므로, 링크의 최소 사용량은  $2\varepsilon$  로 된다. 상기 방법들은 이러한 과정이 주기적으로 반복되어 링크 효율이 저하되는 문제점이 있다.
- <30> DSVR은 이러한 문제점을 개선하기 위하여, 모든 노드에서 활성 노드 수와 각 활성 노드의 속도를 측정하여, 노드별로 공평속도(fair rate)  $F$  를 계산하고, 계산된 공평 속도  $F$  를 상위 노드로 전달하고, 상위 노드는 할당받은 공평속도  $F$  에 따라 자기 속도를 제어하여 각 노드간 공평성과 이용률을 증대시키도록 하였다.
- <31> 이러한 방법은 일반적으로 링의 이용률을 높이고 공평성을 제공할 수 는 있으나, 입력 트래픽이 동적으로 급변하는 경우와, 송신 노드와 혼잡 노드의 지연이 다양하게 분

포하는 경우에는 자원 이용률이 저하된다는 문제점이 있다. 더하여, 수신 노드는 자신에게 데이터를 보내는 모든 송신 노드의 트래픽을 측정해야 하므로, 하드웨어가 복잡해지고, 측정된 부하로부터 각 노드별로 공평 속도를 계산하기가 어렵다는 단점이 있다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

- <32>      본 발명은 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로서, 그 목적은 이중링의 특성을 이용하여 송신노드가 비교적 간단하게 수신노드까지의 경비를 부하, 수명, 우선순위로 고려하여 경로를 선택하는 이중링에서의 부하 분산과 이중링의 토폴로지를 고려하여 공평성을 제공하기 위한 자원 할당 방법을 제공하는 것이다.
- <33>      본 발명의 다른 목적은 MPLS의 CR-LSP와 같이 대역폭을 할당하는 경우에는 송신노드에서 링의 부하를 고려하여 경로를 배정하고, 대역폭을 예약하지 않은 최선형 트래픽은 이중 링의 토폴로지를 고려하여 최단 경로로 트래픽을 서서히 증가시켜 전달하므로써 자원 이용률을 높이고 노드간 공평성을 증대시킨 이중링에서의 부하 분산과 공평성 제공을 고려한 자원 할당 방법을 제공하는 것이다.
- <34>      본 발명의 또 다른 목적은 최단 경로 배정시 트래픽이 집중되어 최단 경로에 자원이 부족해지지 않도록 부하를 분산 시키는 이중링에서의 부하 분산과 공평성 제공을 고려한 자원 할당 방법을 제공하는 것이다.

## 【발명의 구성 및 작용】

- <35> 본 발명은 상술한 목적들을 달성하기 위한 구성수단으로서, 로컬 망에 연결된 다수의 노드가 2개의 링을 공유하는 이중링 구조에서 부하 분산과 공평성 제공을 고려하여 자원을 할당하는 방법에 있어서,
- <36> 다른 노드로부터 대역 할당 요청 메시지가 수신되는 지를 체크하는 단계;
- <37> 상기 체크단계에서 대역 할당 요청 메시지가 수신되면, 2개 링 각각에 대해 가용 대역폭으로부터 수용가능여부를 확인하여 송신노드와 수신노드가 가중 경비를 산출하는 단계;
- <38> 상기 가중 경비 산출 단계에서 2개 링중 하나이상에서 수용 가능하다면, 2개 링중 산출된 경비가 작은 쪽에 경로를 배정하는 단계;
- <39> 경로 배정후 자신이 가진 모든 자원 할당 정보를 알리는 메시지를 다른 노드들로 제공하는 단계; 및
- <40> 상기 가중 경비 산출 단계에서 2개 링 모두에서 수용가능하지 않다면, 경로 배정 없이 종료하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <41> 상술한 목적을 달성하는 다른 구성수단으로서, 본 발명은 로컬 망에 연결된 다수의 노드가 2개의 링을 공유하는 이중링 구조에서 토폴로지를 고려하여 공평성을 제공하기 위한 자원 할당 방법에 있어서,
- <42> 현재 상태를 이전 상태로 설정하는 상태 설정 단계;
- <43> 하위 노드가 혼잡한 상태인지를 체크하는 혼잡 체크 단계;
- <44> 상기 체크결과 하위노드가 혼잡하지 않으면,



<45>  $\text{allow\_rate} = \text{my\_rate} + (C - \text{rev\_rate} - \text{my\_rate}) / N$

<46> (여기서,  $\text{allow\_rate}$ 는 자기 노드의 허용속도이고,  $C$ 는 링크의 속도이고,  $\text{rev\_rate}$ 는 예약된 속도이고,  $\text{my\_rate}$ 는 자기 속도이고,  $N$ 은 노드 수이다)에 의하여 허용속도를 설정하고, 현재 상태를 널(null)로 설정하는 제1허용속도 설정 단계;

<47> 상기 혼잡 체크 단계에서 하위노드가 혼잡하다면, 자기속도가 하위노드의 공지속도보다 빠른지를 비교하는 속도 비교 단계;

<48> 상기 속도 비교 단계의 비교결과, 자기속도가 하위노드의 공지속도보다 빠르지 않으면,  $\text{allow\_rate} = \min[\text{my\_rate} + (C - \text{rev\_rate} - \text{my\_rate})/N, \text{advertized\_rate}]$  (여기에서,  $\text{advertized\_rate}$ 는 공지속도이다)에 의해서 허용속도를 설정하고, 현재상태를 혼잡으로 설정하는 제2 허용 속도 설정단계;

<49> 상기 속도 비교 단계의 비교결과, 자기속도가 공지속도보다 빠르다면, 이전상태가 혼잡상태이고 이전 왕복 지연 시간( $\text{RTT\_old}$ ) $\neq 0$ 인지를 체크하는 제2혼잡 체크 단계;

<50> 상기 제2 혼잡체크단계에서 이전상태가 혼잡상태이고 이전 왕복 지연 시간( $\text{RTT\_old}$ ) $\neq 0$  라면,  $\text{RTT\_old} = \text{RTT\_old} - 1$ 로 설정하고, 반대라면 현재 왕복 지연 시간( $\text{RTT}$ )을 이전 왕복지연시간( $\text{RTT\_old}$ )으로 변경하는 단계;

<51> 상기 변경 단계 수행후,

<52>  $\text{allow\_rate} = \max[\text{my\_rate} - \{\text{RTT}(C - \text{rev\_rate})\}/2N, \text{my\_rate}/2,$

<53>  $\text{advertized\_rate}]$

<54> 에 의해서, 허용속도를 설정하고 현재 상태를 혼잡으로 설정하는 제3 허용 속도 설정 단계로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

- <55>        더하여, 상기 자원 할당 방법은 RTT카운터, 상향 RTT 타임 스탬프, 하향 RTT 타임 스탬프의 파라미터들을 초기화하는 단계와,
- <56>        RTT 카운팅 주기를 체크하여, 주기에 도달하면 RTT 카운터를 1 증가시키는 단계와,
- <57>        노드가 혼잡한 상태인 경우, 하향 RTT 타임 스탬프를 0으로 정하는 단계와,
- <58>        RTT 카운터가 최대 값인지를 체크하는 단계와,
- <59>        RTT 카운터가 최대 값이면 상향 RTT 타임 스탬프를 최대 값으로 정하고, RTT 카운터를 0으로 하며, RTT 카운터가 최대 값이 아니면 상향 RTT 타임 스탬프를 0으로 정하는 단계를 포함할 수 있다.
- <60>        또한, 본 발명의 자원 할당 방법은 공평패킷 수신시 하위노드가 혼잡한지를 체크하는 단계와,
- <61>        하위노드가 혼잡상태이면 하향 RTT 타임 스탬프를 자신의 RTT 만큼 증가시키는 단계와,
- <62>        하위노드가 혼잡하지 않으면, 하향 RTT 타임 스탬프가 최대 값인지를 체크하여 최대 값이 아니면 그대로 종료하고, 최대 값이면 RTT 카운터 값을 RTT로 설정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <63>        더하여, 본 발명은 상술한 각 과정을 수행하는 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 관한 것이다.
- <64>        이하, 첨부한 도면을 참조하여, 본 발명에 따른 이중링에서의 부하 분산과 공평성 제공을 고려한 자원 할당 방법에 대해 자세하게 설명한다.

<65> 도 1은 5 개의 노드( $N_0 \sim N_4$ )로 구성된 이중 링 구조를 개략적으로 보인 것으로서, 시계방향을 데이터 전달하는 바깥쪽 링을 외부링(11), 반시계방향으로 데이터를 전달하는 안쪽 링을 내부링(12)이 있고, 각각의 노드( $N_0 \sim N_4$ )를 통해 다른 로컬 망이 연결되어, 하나의 로컬 망에서 다른 로컬 망으로 데이터를 전달할 수 있다.

<66> 도 2는 본 발명에 의한 자원 할당 방법이 적용된 각 노드의 구조를 도시한 것으로서, 데이터를 보내는 측을 상위 노드 (up stream node), 데이터를 받는 측을 하위 노드 (down stream node) 라고 할 때, 각 노드는 링(11,12)에서 다음 노드로 데이터를 전달하기 위한 통과 버퍼(transit buffer)(21)와, 링(11,12)에 데이터를 실기 위한 전달 버퍼(transfer buffer)(22)를 포함한다.

<67> 상기 각 버퍼(21,22)는 우선 순위에 따라 분리하여 운영되며, 우선 순위가 높은 트래픽부터 전달하며, 실시간 트래픽과 같이 지연에 민감한 트래픽에 높은 우선 순위를 적용하여, 높은 우선 순위 서비스의 지연과 지연 변이를 최소화한다.

<68> 도 3은 링에서 예약된 노드의 트래픽과 링크의 트래픽 관계를 나타낸 것으로서,  $n$  개의 노드로 구성된 망에서 노드  $N_0, N_1, N_2, N_3$  에서 노드  $N_4$ 로 데이터를 전달한다고 가정한다.

<69> 상기와 같은 경우, 일반적으로, 링에서는 노드  $N_0$  에서 노드  $N_4$ 로 대역폭을 예약하더라도 중간 노드들  $N_1 \sim N_3$  는 예약 과정에 참여하지 않는다.

<70> 송신노드  $N_i$ 에서 수신노드  $N_j$  간 예약된 대역폭을  $B_{i,j}$ 라고 하면, 노드  $N_0$  에서 노드  $N_4$  간에 예약된 대역폭을  $B_{0,4}$ , 노드  $N_3$ 과 노드  $N_4$ 간에 예약된 대역폭을  $B_{3,4}$ , 노드

N3와 노드 N4 사이의 링크에 예약된 트래픽의 전체 합을  $BL_{3,4}$ 라고 하면, 상기 도 3에서,  $BL_{3,4}$ 는  $B_{0,4}+B_{1,4}+B_{2,4}+B_{3,4}$ 가 된다.

<71> 도 4는 본 발명에 있어서, 새로운 대역폭을 예약하는 경우와 대역폭을 해제하는 경우, 송신 노드와 수신 노드간 예약된 대역폭을 전달하는 메시지 구조를 보인 것으로서, 상기 메시지에는 송신노드(SRC), 수신노드(DST), 링 식별자(RI), 일련번호(SEQ), 우선순위(PRI) 및 대역폭(BW)이 포함된다.

<72> 상기에서, 일련번호(SEQ)는 송신 노드별로 설정된 일련 번호를 나타내며, 새로운 메시지는 하나씩 증가된 일련번호(SEQ)를 할당받으며, 재전송 시에는 동일한 일련번호(SEQ) 값을 갖는다.

<73> 도 5는 주기적으로 또는 요청에 따라 자신이 가진 모든 자원 할당 데이터를 전달하기 위한 데이터의 구조도이다. 도시된 바와 같이, 하나의 메시지에 자신의 노드에서 다른 모든 노드에 예약된 대역폭 정보가 포함된다. C는 링크의 최대 속도를 나타내며, 외부링(11)과 내부링(12)을 각각 관리한다. Rev\_rate는 예비로 할당된 속도이다.  $BW_0$ 은 브로드캐스트나 멀티캐스트를 위한 대역폭이고,  $BW_1$ 은 송신 노드에서 첫 번째 노드,  $BW_2$ 는 2번째 노드,  $BW_{N-1}$ 은 N-1번째 노드와 예약된 대역폭을 나타낸다.

<74> 다음의 수학적 식 2는 대역폭 할당 매트릭스를 나타낸 것이다.

&lt;75&gt;

$$\text{Bandwidth allocation matrix} = \begin{pmatrix} B_{N0} \\ B_{N1} \\ B_{N2} \\ \vdots \\ B_{Ni} \\ \vdots \\ B_{Nn-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} B_{0,0} & B_{0,1} & B_{0,2} & \cdots & B_{0,j} & \cdots & B_{0,n-1} \\ B_{1,0} & B_{1,1} & B_{1,2} & \cdots & B_{1,j} & \cdots & B_{1,n-1} \\ B_{2,0} & B_{2,1} & B_{2,2} & \cdots & B_{2,j} & \cdots & B_{2,n-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ B_{i,0} & B_{i,1} & B_{i,2} & \cdots & B_{i,j} & \cdots & B_{i,n-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ B_{n-1,0} & B_{n-1,1} & B_{n-1,2} & \cdots & B_{n-1,j} & \cdots & B_{n-1,n-1} \end{pmatrix}$$

【수학식 2】

&lt;76&gt;

상기에서,  $B_{i,j}$ 에서  $i=j$ 이면 브로드캐스트나 멀티캐스트를 위한 대역폭을 나타낸다. 이 매트릭스로부터 노드  $N_i$ 의 송신 트래픽(transmit bandwidth)  $TB_i$ 는  $TB_i = \sum_{j=0}^{n-1} B_{i,j}$ 로 되며, 노드  $j$ 의 수신 트래픽(receive bandwidth)  $RB_j$ 는  $RB_j = \sum_{i=0}^{n-1} B_{i,j}$ 로 된다. 따라서, 임의의 노드  $N_k$ 의 입력 트래픽  $IB_k$  및 입력 가용 대역폭  $ABW_k$ 는 다음의 수학식 3 및 수학식 4와 같이 나타난다.

&lt;77&gt;

$$\text{【수학식 3】} \quad IB_k = \sum_{i=0}^k \sum_{j=k}^{n-1} B_{i,j} + \sum_{i=k+1}^{n-1} \sum_{j=k}^i B_{i,j}$$

&lt;78&gt;

$$\text{【수학식 4】} \quad ABW_j = C - \text{rev\_rate} - IB_j$$

&lt;79&gt;

도 6은 본 발명의 제1실시예에 의한 자원 할당 과정을 도시한 플로우차트이다.

&lt;80&gt;

본 발명에 의한 자원 할당 방법은 대역폭 할당 요구를 받는 경우에 대하여, 송신 노드와 수신 노드간 경비를 가중 경비로 환산하여 가중 경비가 작은 경로를 배정한다. 본 과정은 MPLS의 CR-LSP와 같이 동적인 요청에 따라 대역폭을 할당하는 경우에 주로 활용되며 운용자 요구에 따라 대역폭을 할당하는 경우에도 적용될 수 있다.

&lt;81&gt;

그 과정을 설명하면, 먼저, 대역폭 요청 메시지  $RB(\text{src}, \text{dst}, \text{bw}, \text{priority}, \text{life\_time})$ 를 수신하는 것으로 시작되는데(601), 상기 대역폭 요청 메시지  $RB$ 는 송신노드( $\text{src}$ )와, 수신노드( $\text{dst}$ )와, 대역폭( $\text{bw}$ )과, 우선 순위( $\text{priority}$ ) 및 지속시간( $\text{life\_time}$ )에 대한 정보를 갖고 있다.

- <82> 이러한 대역폭 요청 메시지를 수신한 노드는 2 개의 링(11,12)의 가용대역폭을 확인하여 그 요구를 수용할 수 있는 지를 판단하고, 수용할 수 있으면 가중경비(weight cost) WC를 계산하고, 수용할 수 없다면 가중 경비를 무한대로 설정한다(602).
- <83> 상기 가중 경비 WC는 수신노드까지의 경비  $Cost_{i,j}$ 에 가중함수  $WF(priority, ABW, life\_time)$ 을 곱하여 계산하는 것으로, 다음의 수학적식 5와 같이 계산될 수 있다.
- <84> **【수학적식 5】**  $WC_{i,j} = Cost_{i,j} (\alpha priority + \frac{\beta C}{ABW} + \gamma life\_time)$
- <85> 상기 수학적식 5에서,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ 는 상수로서, 각각 우선 순위, 가용 대역폭, 수명에 대한 가중치를 조정하는 파라미터이다.
- <86> 예를 들어,  $\alpha$ 를 0으로 설정하면, 우선 순위를 고려하지 않게 되며,  $\gamma$ 를 0을 설정하면 수명을 고려하지 않게 된다. 또한,  $\beta$ 를 크게 하면 가용 대역폭의 비중을 높이는 역할을 하며, 반대로 작게 하면 가용 대역폭의 비중을 낮추게 된다. 우선순위가 높으면, priority 가 큰 값을 갖는 것으로 가정한다. life\_time이 정의되지 않거나 매우 큰 값이면 일정한 값으로 제한한다.
- <87> 그 다음, 상기 단계(602)의 판단결과 외부링(11) 및 내부링(12)의 가용대역폭에서 수용할 수 없다면, 즉, 계산된 외부링(11)과 내부링(12) 각각의 가중 경비  $WC_{i,j,inner}$ ,  $WC_{i,j,outer}$ 가 모두 소정 값을 초과하는 경우, 예를 들어 무한대라면, 가용 대역이 없는 것으로 판단하여 대역폭 할당을 거절한다(603).
- <88> 그리고, 상기 단계(602)의 판단결과, 외부링(11)과 내부링(12) 각각의 가중 경비  $WC_{i,j,inner}$ ,  $WC_{i,j,outer}$ 가 모두 무한대가 아니라면, 다음으로, 어느 쪽의 가중경비가 작은지를 비교한다(604).

- <89>        그 다음, 상기 비교(604) 결과에 따라, 가중 경비가 작은 쪽의 링에 경로를 배정한 다(605).
- <90>        그 다음, 일련번호를 증가시킨 후(606), 배정된 결과를 대역폭 갱신 메시지 BU 에 실린 다른 노드들에 브로드캐스팅한다(607).
- <91>        상기 대역폭 갱신 메시지 BU에는 송신노드(src), 수신노드(dst), 일련번호(seq), 우선순위(priority), 대역폭(bw)이 실린다.
- <92>        상기에서, 외부링(11)과 내부링(12)의 가중 경비  $WC_{i,j,inner}$ ,  $WC_{i,j,outer}$  가 동일한 경우, 내부링(12)을 선택할 수 있으며, 이때, 부하를 고려하기 때문에 부하가 내부링 (12)으로 편중되는 양은 크지 않다.
- <93>        상기에서 수명이 종료된 대역폭은 재할당 받을 수 있으며, 재할당시 다시 경로를 배정하므로, 기존의 경로와 다른 경로가 선택될 수 있다.
- <94>        상기 가중 경비는 외부링(11)과 내부링(12)에 대하여 각각 구한다.
- <95>        도 7은 상술한 자원 할당 과정에 있어서, 주기적으로 또는 외부 요청에 의하여 대역폭 갱신 정보를 브로드캐스트하는 절차를 도시한 것으로서, 설정된 주기에 도달하거나 외부에서 요청데이터가 수신된 경우(701), 일련번호(seq)를 증가시키고(702), 송신노드(src), 수신노드(dst), 일련번호(seq), 우선순위(priority), 대역폭(bw) 정보가 실린 대역폭 갱신 메시지 BU를 다른 노드들로 송신한다(703).

- <96> 도 8은 상기 도 7과 같이 송신된 대역폭 갱신 메시지 BU를 수신하는 과정을 나타낸 플로우차트로서, 다른 노드로부터 대역폭 갱신 메시지 BU가 수신되면(801), 수신된 각 노드들은 먼저 수신 메시지의 일련번호(seq)를 확인한다(802). 상기 확인 결과 새로운 메시지라면, 즉, 이전의 일련번호와 다르다면 수신된 대역폭 갱신 메시지의 데이터에 의해 자신의 대역폭 예약 데이터를 갱신하고, 일련번호가 동일하다면 폐기한다(803).
- <97> 도 9는 본 발명의 제2실시예에 따라 각 노드에서 자신의 속도를 갱신하는 과정을 나타낸 플로우차트이다.
- <98> 상기는 링에서 토폴로지 디스커버리를 통하여 링의 토폴로지를 알 수 있다고 가정하고, 토폴로지 디스커버리 절차를 생략한다.
- <99> 여기서, 모든 노드는 자기 속도 (my\_rate), 상위 노드로부터 전달되는 전달 속도 (forward\_rate), 자신의 노드가 보낼 수 있는 허용 속도(allow\_rate), 하위 노드의 공지 속도 (advertised\_rate), 혼잡 노드까지의 왕복 지연 시간(RTT: Round Trip Time), 링의 노드 수 N의 파라미터를 갖으며, 각 노드는 상기 파라미터로 최선형 트래픽의 속도를 제어하게 되는데, 그 과정은 다음과 같다.
- <100> 각 노드는 자신의 속도 갱신 주기가 되면 현재 상태(current\_state)를 이전 상태(previous\_state)로 설정하고(901), 하위 노드가 혼잡 상태인지를 체크한다(902).
- <101> 상기 체크결과, 하위노드가 혼잡 상태가 아니면, 다음의 수식식 6과 같이 허용 속도를 갱신하고, 현재 상태를 널(null)로 설정한다(903). 따라서, 허용 속도 이하의 그 노드는 허용 속도 이하로 데이터를 전달할 수 있다.



<102> 【수학식 6】  $\text{Add\_allow\_rate} = (C - \text{rev\_rate} - \text{my\_rate}) / N$

<103>  $\text{allow\_rate} = \text{my\_rate} + \text{Add\_allow\_rate}$

<104> 상기에서,  $\text{Add\_allow\_rate}$  는 추가되는 허용속도이고,  $C$ 는 링크의 속도이고,  $\text{rev\_rate}$ 는 예약된 속도이고,  $\text{my\_rate}$ 는 자기 속도로서, 링크의 속도( $C$ )에서 예약 속도( $\text{rev\_rate}$ )와 자기속도( $\text{my\_rate}$ )를 뺀 나머지 속도를 노드수( $N$ )로 나눈 속도만큼을 자기 속도( $\text{my\_rate}$ )에 더하는 것으로 허용속도( $\text{allow\_rate}$ )를 갱신한다.

<105> 반대로, 상기 체크결과, 하위 노드가 혼잡한 상태라면, 자기 속도가 공지 속도보다 큰지를 판단하여(904), 크지 않으면 앞서의 수학식 6과 같이 허용 속도( $\text{Add\_allow\_rate}$ )를 증가시킨 후, 다음의 수학식 7과 같이 허용 속도와 하위 노드의 공지속도를 비교하여, 그 중 작은 값을 허용속도로 설정하고, 해당 노드의 현재 상태를 혼잡으로 설정한 후 종료한다(905).

<106> 【수학식 7】  $\text{allow\_rate} = \min[\text{my\_rate} + (C - \text{rev\_rate} - \text{my\_rate})/N, \text{advertized\_rate}]$

<107> 또한, 상기 단계(904)에서 혼잡한 하향노드의 공지속도보다 자기 속도가 크다면, 이전 상태가 혼잡상태이면서 과거 인접노드간의 왕복지연시간( $\text{RTT\_old}$ )이 0 인지를 판단한다(906). 상기 두 조건에 모두 해당된다면, 인접노드간 왕복 지연 시간( $\text{RTT\_old}$ )을

'RTT\_old - 1'로 변경하고, 상기 두 조건중 하나라도 만족하지 않는다면, 현재의 자기속도(my\_rate)를 이전 자기 속도(my\_rate\_old)로 설정하고, 현재 왕복 지연 시간 (RTT)을 이전 왕복 지연 시간(RTT\_old)으로 설정한다(907).

<108>       상기와 같이, 혼잡상태에 따라 각각 자기속도와 왕복 지연 시간을 설정한 후, 왕복 지연 시간(RTT)에 따라서 다음의 수학적 식 8과 같이 자신의 노드가 보낼 수 있는 허용 속도(allow\_rate)를 계산한다(908).

<109>   【수학적 식 8】  $\text{allow\_rate} = \max[\text{my\_rate} - \{\text{RTT}(c - \text{rev\_rate})\}/2N,$

<110>                                $\text{my\_rate}/2, \text{advertized\_rate}]$

<111>       즉, 허용 속도를 공지 속도와 같거나 크게 설정하여 하위 노드에서 혼잡 발생시 과도하게 속도를 줄이는 것을 방지하며, 하위 노드의 허용 속도를 증가시킬 수 있도록 RTT/2 배를 줄이는 것이다. 여기서 RTT의 기본 단위는 공평 패킷의 주기로 한다.

<112>       망의 노드는 주기적으로 공평 패킷을 상위 노드로 전달하며, 공평 패킷에는 혼잡 상태와 상향 RTT 타임 스탬프(up\_RTT\_time\_stamp)와 하향 RTT 타임 스탬프(down\_RTT\_time\_stamp)를 정보를 가지며 2개의 링이 존재하므로 인접 노드간에는 양방향으로 통신하게 된다. 임의의 노드가 혼잡 상태인지를 감시하여 혼잡 상태가 인지되면, 상위 노드에 자신의 속도를 공지 속도로 설정하며 혼잡 상태가 아니면 "null" 정보를 공평 패킷에 실어 상위 노드로 전달한다. 혼잡 패킷을 발생하는 노드는 자신의 타임 스탬프(time\_stamp)를 상향 RTT 타임 스탬프(up\_RTT\_time\_stamp)에 실고 반대편 링으로부

터 수신한 공평 패킷의 상향 RTT 타임 스탬프 (up\_RTT\_time\_stamp)를 하향 RTT 타임 스탬프(down\_RTT\_time\_stamp)로 설정하여 상위 노드로 전달한다. 이와 같이 혼잡 패킷을 발생하는 노드와 혼잡 패킷을 수신하는 노드의 타임 스탬프 설정과정은 도 10a 및 10b와 같다.

<113>        도 10a는 상향 RTT 타임 스탬프 설정 과정을 보인 것이고, 도 10b는 하향 RTT 타임 스탬프 설정 과정을 보인 것이다.

<114>        상향 RTT 타임 스탬프(up\_RTT\_time\_stamp)는 도 10a에 도시된 바와 같이, RTT 카운터 주기를 측정하는 RTT 카운터 타이머가 종료되면(1001), RTT 카운터(RTT\_counter)를 '1' 증가시키고(1002), 자신의 노드가 혼잡 상태인지를 판단한다(1003). 이때, 자신의 노드가 혼잡상태인 경우에만 하향 RTT 타임 스탬프(down\_RTT\_time\_stamp)를 0으로 설정한다(1004).

<115>        그 다음으로, 상기 증가된 RTT 카운터(RTT\_counter)의 값이 최대 값인지 아닌 지를 체크하여(1005), RTT 카운터(RTT\_counter)가 최대 값이면 상향 RTT 타임 스탬프 (up\_RTT\_time\_stamp)를 상기 RTT 카운터의 최대 값으로 설정하고, RTT 카운터 (RTT\_counter)를 0으로 리셋 시키며, 반대로, RTT 카운터(RTT\_counter)의 값이 최대 값 이 아니면 상향 RTT 타임 스탬프(up\_RTT\_time\_stamp)를 0으로 설정하고 종료한다(1006).

<116>        그리고, 상위노드가 혼잡상태가 아니면 상향 RTT 타임 스탬프(up\_RTT\_time\_stamp)를 하향 RTT 타임 스탬프(down\_RTT\_time\_stamp)로 되돌려 주기 때문에, 이 값을 수신할 때, 자신의 RTT 카운터(RTT\_counter) 값이 두 노드간 RTT가 된다.

- <117> 그리고, 하향 RTT 타임 스탬프(down\_RTT\_time\_stamp)의 설정은 도 10b에 도시된 바와 같이, 공평패킷을 수신할 때마다 실시된다(1011). 이때 상향 RTT 타임 스탬프(up\_RTT\_time\_stamp)를 하향 RTT 타임 스탬프(down\_RTT\_time\_stamp)로 설정하며 설정된 하향 RTT 타임 스탬프(down\_RTT\_time\_stamp)는 다시 반대편 링으로 전달되어 처음 공평패킷을 수신한 노드에서 RTT를 산출한 후 제거된다. 상기 공평 패킷을 수신하면, 해당 노드는 하위노드가 혼잡한지를 체크한다(1012).
- <118> 그 다음, 하위노드가 혼잡하다면, 하향 RTT 타임 스탬프 (down\_RTT\_time\_stamp)를 자신의 RTT 만큼 증가시키고(1013), 하위노드가 혼잡하지 않다면, 하향 RTT 타임 스탬프 (down\_RTT\_time\_stamp)가 최대 값인지를 판단하여(1014), 최대 값이 아니면 그대로 종료하고, 최대 값일 경우 현재의 RTT 카운터(RTT\_counter) 값을 RTT로 설정한다(1015).
- <119> 이러한 절차에 의해 설정된 RTT카운터(RTT\_counter)를 RTT값으로 활용할 수 있다. 만약, 왕복 지연 시간(RTT)을 측정하지 않을 경우에는 왕복 지연 시간(RTT)을 혼잡노드까지의 노드 수의 2배 혹은 2배 보다 큰 정수 값으로 설정할 수 있다. 망의 노드 수 N은 평소 링 토폴로지를 관리하기 때문에 항상 알고 있는 파라미터이며, 상기 왕복 지연 시간(RTT)의 측정은 다음과 같이 이루어진다.
- <120> 경우에는 왕복 지연 시간(RTT)을 2 혹은 2 보다 큰 정수 값으로 설정할 수 있다. 망의 노드 수 N은 평소 링 토폴로지를 관리하기 때문에 항상 알고 있는 파라미터이며, 상기 왕복 지연 시간(RTT)의 측정은 다음과 같이 이루어진다.

**【발명의 효과】**

- <121> 상술한 바와 같이, 본 발명은 서로 반대 방향으로 데이터를 전달하는 이중링 구조에서 동적 자원 할당시 망 토폴로지, 현재 가용 대역폭 및 요구되는 트래픽의 우선 순위를 고려하여 경로를 배정함으로써, 자원 이용률을 증대시킬 수 있을 뿐만 아니라 최선형 서비스의 경우 송신 노드에서 속도를 증가하여 전달하며 혼잡이 발생하면 망 토폴로지와 혼잡 노드가 필요한 대역폭을 가정하여 줄임으로서, 링 자원의 이용률을 증대시키고 노드간 공평성을 제공할 수 있다.
- <122> 더하여, 본 발명은 이중링의 성능을 개선하여 RPR 을 비롯한 이중링의 트래픽 제어에도 용이하게 활용될 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

로컬망에 연결된 다수의 노드가 2개의 링을 공유하는 이중링 구조에서 부하 분산과  
공평성 제공을 고려하여 자원을 할당하는 방법에 있어서,

다른 노드로부터 대역 할당 요청 메시지가 수신되는 지를 체크하는 체크 단계;

상기 체크단계에서 대역 할당 요청 메시지가 수신되면, 2개 링 각각에 대해 가용  
대역폭으로부터 수용가능여부를 확인하여 송신노드와 수신노드가 가중 경비를 산출하는  
가중 경비 산출 단계;

상기 가중 경비 산출 단계에서 2개 링중 하나 이상에서 수용 가능하다면, 2개 링  
중 산출된 경비가 작은 쪽에 경로를 배정하는 경로 배정 단계;

자신이 가진 모든 자원 할당 정보를 알리는 메시지를 다른 노드들로 제공하는 정보  
제공 단계; 및

상기 가중 경비 산출 단계에서 2개 링 모두에서 수용가능하지 않다면, 경로 배정  
없이 종료하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이중링 구조에서 부하 분산과 공평  
성 제공을 고려한 자원 할당 방법.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서, 상기 대역 할당 요청 메시지는

송신노드(src), 수신노드(dst), 대역폭(bw), 우선순위(priority), 및 지속시간  
(life\_time) 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 이중링 구조에서 부하 분산과 공평성  
제공을 고려한 자원 할당 방법.

## 【청구항 3】

제 1 항에 있어서, 상기 자신의 자원할당 정보를 알리는 메시지는

송신노드(src), 수신노드(dst), 일련번호(SEQ), 송신노드에서 다른 노드들간에 예약된 대역폭(BW0-BWn-1) 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 이중링 구조에서 부하 분산과 공평성 제공을 고려한 자원 할당 방법.

## 【청구항 4】

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가중 경비 산출 단계는 가중경비  $WC_{i,j}$ 를

$$WC_{i,j} = Cost_{i,j}(a \text{ priority} + \beta C/ABW + \gamma \text{ life\_time})$$

(여기에서,  $WC_{i,j}$ 는 송신노드  $N_i$ 에서 수신노드  $N_j$ 까지의 가중경비,  $Cost_{i,j}$ 는 송신노드  $N_i$ 에서 수신노드  $N_j$ 까지의 경비,  $priority$ 는 우선순위,  $ABW$ 는 가용대역폭,  $life\_time$ 은 지속시간이며,  $a$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ 는 임의의 상수로서, 각각 우선 순위(priority), 가용 대역폭( $ABW$ ), 수명( $life\_time$ )에 대한 가중치를 조정하는 파라미터이다)

에 의하여 계산되는 것을 특징으로 하는 이중링 구조에서 부하 분산과 공평성 제공을 고려한 자원 할당 방법.

## 【청구항 5】

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가중 경비 산출 단계는 가용대역폭의 확인 결과 수용 불가능한 경우에 대한 가중경비는 무한대 또는 수용 가능한 경우의 가중경비보다 충분히 큰 값으로 설정하는

것을 특징으로 하는 이중링 구조에서 부하 분산과 공평성 제공을 고려한 자원 할당 방법

**【청구항 6】**

제 1 항 내지 제 3 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 정보 제공 단계는

대역폭 갱신 메시지 송신 주기에 도달하거나 요청데이터 수신되는 지를 체크하는 단계와,

상기 체크결과 소정 주기에 도달하거나 요청데이터가 수신되면 일련번호(SEQ)를 증가시키는 단계와,

증가된 일련번호(SEQ)와 예약된 대역폭 정보(BW0~BWn)와 우선순위가 실린 대역폭 갱신 메시지를 브로드캐스팅하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 이중링 구조에서 부하 분산과 공평성 제공을 고려한 자원 할당 방법.

**【청구항 7】**

제 1 항 내지 제 3 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 방법은

상기 정보 제공 단계에 의해 송신된 대역폭 갱신 메시지를 수신시, 수신 메시지의 일련번호가 이전에 수신한 메시지의 일련번호와 같은지를 체크하여, 같지 않을 경우에만 대역폭 예약 정보를 갱신하는 정보 갱신 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이중링 구조에서 부하 분산과 공평성 제공을 고려한 자원 할당 방법.

**【청구항 8】**

로컬망에 연결된 다수의 노드가 2개의 링을 공유하는 이중링 구조에서 부하 분산과 공평성 제공을 고려하여 자원을 할당하는 방법에 있어서,



현재 상태를 이전 상태로 설정하는 단계;

하위 노드가 혼잡한 상태인지를 체크하는 제1 체크 단계;

상기 체크결과 하위노드가 혼잡하지 않으면,

$$\text{allow\_rate} = \text{my\_rate} + (C - \text{rev\_rate} - \text{my\_rate}) / N$$

(여기서, allow\_rate는 자기 노드의 허용속도이고, C는 링크의 속도이고, rev\_rate는 예약된 속도이고, my\_rate는 자기 속도이고, N은 노드 수이다)에 의하여 허용속도를 설정하고, 현재 상태를 널(null)로 설정하는 제1 허용속도 설정 단계;

상기 체크결과 하위노드가 혼잡하다면, 자기속도가 하위노드의 공지속도보다 빠른지를 비교하는 속도 비교 단계;

상기 속도 비교 단계의 비교결과, 자기속도가 하위노드의 공지속도보다 빠르지 않으면,  $\text{allow\_rate} = \min[\text{my\_rate} + (C - \text{rev\_rate} - \text{my\_rate})/N, \text{advertized\_rate}]$  (여기에서, advertized\_rate는 공지속도이다)에 의해서 허용속도를 설정하고, 현재상태를 혼잡으로 설정하는 제2 허용속도 설정 단계;

상기 속도 비교 단계의 비교결과, 자기속도가 공지속도보다 빠르다면, 이전상태가 혼잡상태이고 이전 왕복 지연 시간(RTT\_old) ≠ 0인지를 체크하는 제2 체크 단계;

상기 제2 체크 단계에서 이전상태가 혼잡상태이고 이전 왕복 지연 시간(RTT\_old) ≠ 0 라면,  $\text{RTT\_old} = \text{RTT\_old} - 1$  로 설정하고, 반대라면 현재 자기속도를 이전 자기속도로, 현재 왕복 지연 시간(RTT)을 이전 왕복지연시간(RTT\_old)으로 변경하는 단계;

상기 자식 속도 및 왕복지연시간 변경 단계 후,

$$\text{allow\_rate} = \max[\text{my\_rate} - \{\text{RTT}(c - \text{rev\_rate})\}/2N, \text{my\_rate}/2,$$
  

$$\text{advertized\_rate}]$$

에 의해서, 허용속도를 설정하고 현재 상태를 혼잡으로 설정하는 제3 허용속도 설정 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 이중링 구조에서 부하 분산과 공평성 제공을 고려한 자원 할당 방법.

#### 【청구항 9】

제 8 항에 있어서, 상기 방법은

RTT 카운터, 상향 RTT 타임 스탬프, 하향 RTT 타임 스탬프의 파라미터들을 초기화하는 단계와,

RTT 카운팅주기를 체크하여, 주기에 도달하면 RTT 카운터를 1 증가시키는 단계와,

노드가 혼잡한 상태인 경우, 하향 RTT 타임 스탬프를 0으로 정하는 단계와,

RTT 카운터가 최대 값인지를 체크하는 단계와,

RTT 카운터가 최대 값이면 상향 RTT 타임 스탬프를 최대 값으로 정하고, RTT 카운터를 0으로 하며, RTT 카운터가 최대 값이 아니면 상향 RTT 타임 스탬프를 0으로 정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이중링 구조에서 부하 분산과 공평성 제공을 고려한 자원 할당 방법.

#### 【청구항 10】

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서, 상기 방법은

공평패킷 수신시 하위노드가 혼잡한지를 체크하는 단계와,

하위노드가 혼잡상태이면 하향 RTT 타임 스탬프를 자신의 RTT 만큼 증가시키는 단계와,

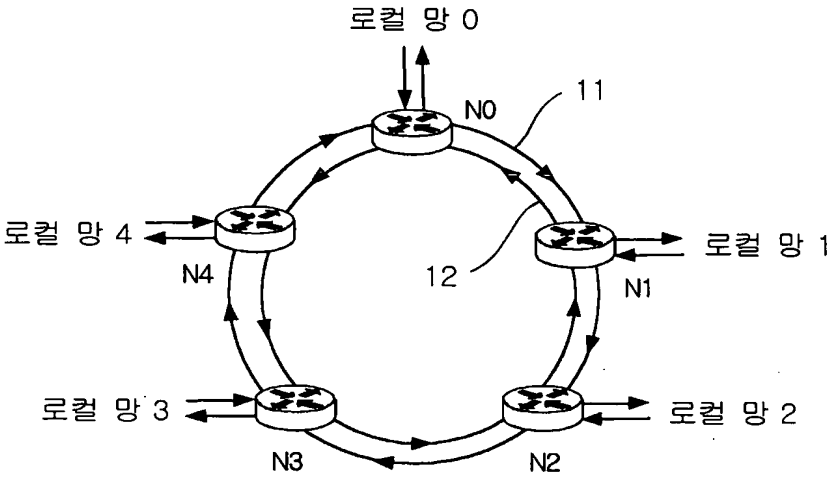
하위노드가 혼잡하지 않으면, 하향 RTT 타임 스탬프가 최대 값인지를 체크하여 최대 값이 아니면 그대로 종료하고, 최대 값이면 RTT 카운터 값을 RTT로 설정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이중링 구조에서 부하 분산과 공정성 제공을 고려한 자원 할당 방법.

**【청구항 11】**

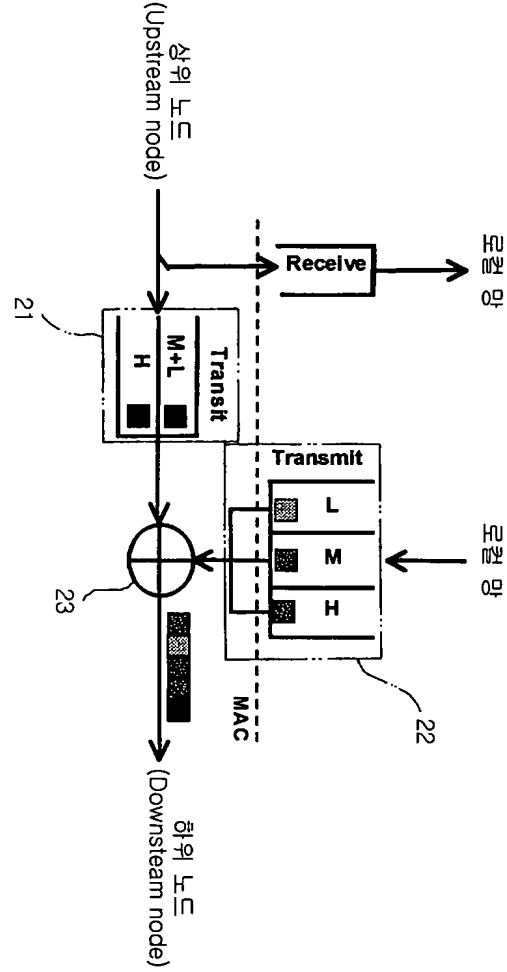
제 1 항 내지 제 10 항중 어느 한 항에 기재된 방법의 단계를 수행하는 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

【도면】

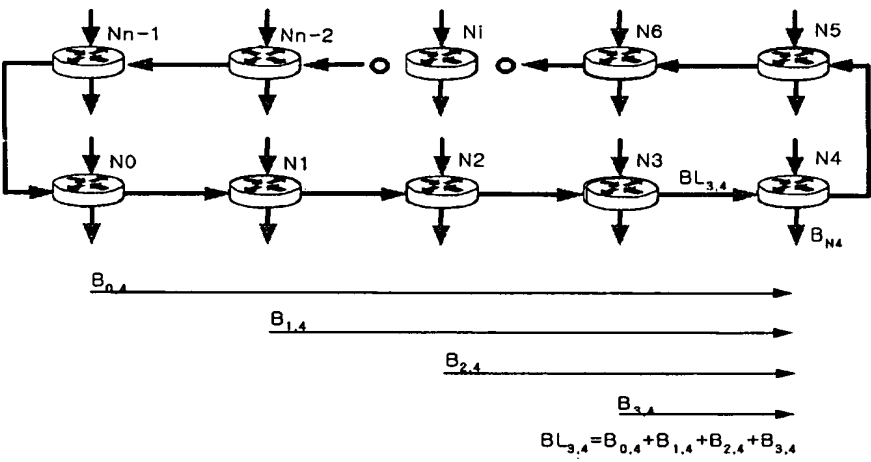
【도 1】



【도 2】



【도 3】



【도 4】

SRC	DST	RI	SEQ	PRI	BW
-----	-----	----	-----	-----	----

【도 5】

SRC	RI	SEQ	PRI	BW0	BW1	BW2	...	BWn-1
-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

```

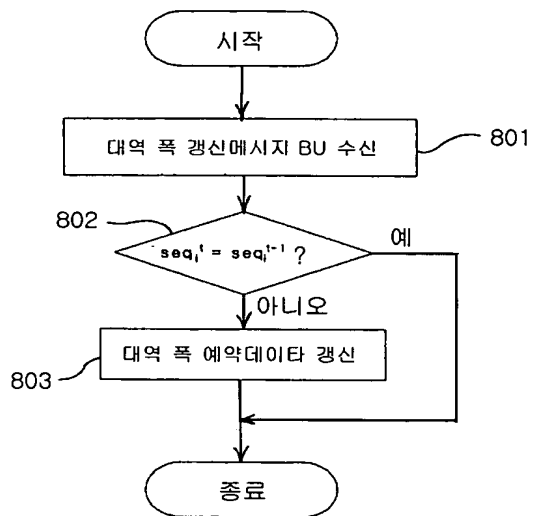
graph TD
    601[대역할당요청 메시지 수신  
RB(src,dst,bw,priority,life_time)] --> 602[가중경비 산출  
WCi,jinner , WCi,j outer]
    602 --> 603{WCi,jinner = WCi,jouter = 무한대}
    603 -- 예 --> 607b[대역 폭 갱신메시지 송신]
    603 -- 아니오 --> 604{WCi,jinner >= WCi,jouter}
    604 -- 예 --> 605b[외부 링 선택]
    604 -- 아니오 --> 605a[내부 링 선택]
    605a --> 606a[일련번호 증가]
    605b --> 606b[일련번호 증가]
    606a --> 607a[대역 폭 갱신메시지 송신]
    606b --> 607b
    607a --> 607c[ ]
    607b --> 607c
    607c --> 608([종료])

```

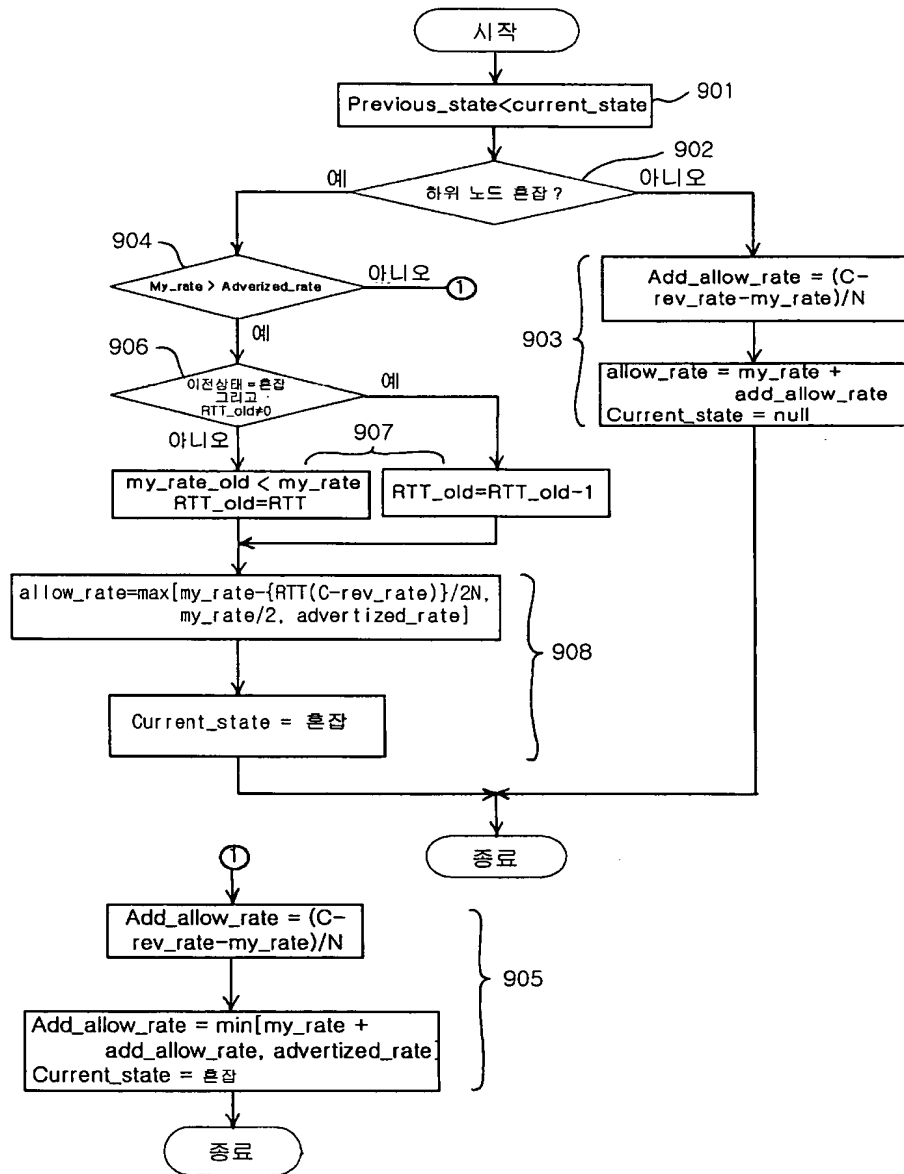
```

graph TD
    701[주기도달 또는  
요청데이터 수신] --> 702[일련번호 (seg)  
증가]
    702 --> 703[BU 브로드 캐스팅]
  
```

【도 8】

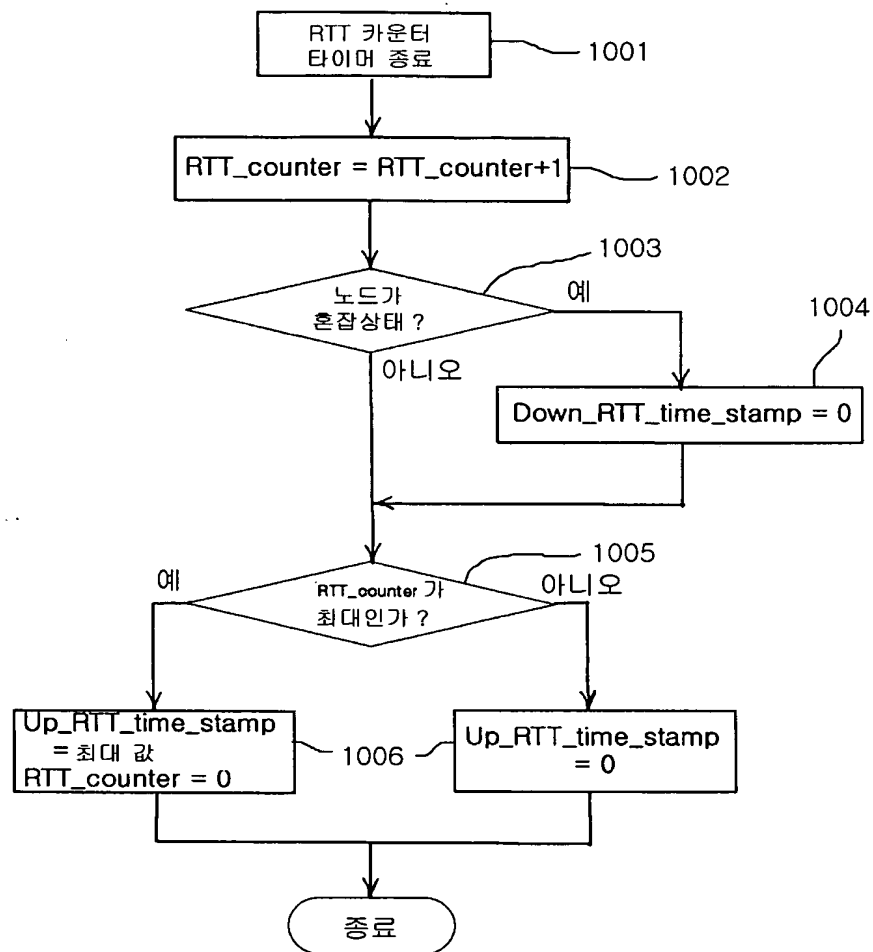


【도 9】





【도 10a】



【도 10b】

